



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECANICA**

“Realización de Pruebas del uso del biogás en Generadores de Gas Licuado de Petróleo”.

AUTORES

Br. Juan Francisco Lanuza Alvarado

Br. Josué Elí González López

TUTOR

Ing. María Teresa Castillo Rayo

Managua, 18 de Julio 2018

Dedicatoria

A Dios, por guiarnos y permitirnos llegar a nuestra meta, Convertirnos en profesionales, Gracias por darnos en todos estos años, Fortaleza, motivación, empeño, sabiduría, entendimiento, salud, vida y los recursos necesarios para realizar nuestros estudios, por no dejar que nada nos aparte de nuestro objetivo y gracias a la seguridad de que todo el esfuerzo que hemos realizado vale la pena, que siempre seguirá guiándonos y acompañándonos en nuevos retos.

A Nuestros Padres y Madres, Edis Efrén González Blanco, Ruth de los Angeles López López y Justino del Carmen Lanuza Romero, Juana Adilia Alvarado, por brindarnos su apoyo incondicional, por ayudarnos a perseverar, por encaminarnos a construir las herramientas educativas que nos permitieron enfrentar este reto satisfactoriamente y por cada día que estuvieron con nosotros interesados por nuestras metas y triunfos muchas gracias.

A nuestra tutora, Ing. María Teresa Castillo Rayo, quien nos brindó su tiempo, su conocimiento, nos guio y acompañó en este proceso.

Agradecemos a la **UNI y al Departamento de Investigación y desarrollo UNI**, que nos brindó la oportunidad de culminar nuestro estudio universitario.

Agradecemos a **SNV** por brindar su apoyo con información y capacitación profesional en sus instalaciones de manera gratuita y por darnos las pautas que nos ayudaron a crecer en conocimiento muchas gracias.

Resumen

El presente trabajo de investigación, consistió en la aplicación del Biogás como sustituto de combustible en un generador eléctrico de Gas Licuado de Petróleo donde se comprobó que el equipo funciona con Biogás.

El problema de investigación era la falta de información en el área de energía renovable y directamente en el uso de Biogás como alternativa de energía renovable en la producción de energía eléctrica, por lo cual la UNI y el departamento de investigación y desarrollo aprobaron un proyecto en esta área, el cual se llevó a cabo en las instalaciones de la UNI-RUPAP.

Por lo cual se procedió con la instalación de un Biodigestor tipo Taiwán o salchicha de 12m³, donde se utilizó como materia prima para la mezcla excreta de ganado bovino y agua para la producción de Biogás.

Contenido

Dedicatoria	
Resumen	
Introducción	
Antecedentes	
Justificación	
Objetivos	
objetivo general	
objetivos específicos	
Marco teórico	1
Biogás.....	1
Características del biogás.	1
Aprovechamiento del biogás.	2
componentes del biogás.	3
usos del biogás.	3
Cantidad de energía del biogás.....	4
tipo de materias para su producción.	4
producción de energía del biogás.	5
Producción de biogás por tipo de material.	5
Filtro de ácido sulfhídrico (H ₂ S)	6
introducción de aire/hidrógeno dentro del sistema de biogás.....	6
adsorción usando óxido de hierro.	6
carácter toxico del H ₂ S.	7
corrosión causa por el H ₂ S.	7
metano.	8
usos del gas metano (CH ₄).....	8
combustible.	8
fuentes naturales.....	9
Gas licuado de petróleo.....	10
origen del gas licuado de petróleo.....	10

usos.....	11
butano.....	14
propano.	15
Generador eléctrico	17
el generador eléctrico se compone de tres partes fundamentales:.....	17
los generadores eléctricos se pueden dividir en dos grupos:	17
Especificaciones técnicas del generador brindado por la empresa TECNOSOL S.A:.....	18
partes de un generador eléctrico.	19
1. estado mecánico del generador eléctrico de gas licuado.	19
2. red de suministro de Biogás al generador eléctrico.	24
3. Realización de prueba de generador eléctrico de GLP mediante el uso de Biogás.....	25
4. Identificar variantes que puedan afectar el funcionamiento del equipo en las pruebas del uso del biogás.....	27
Conclusiones.....	34
Recomendaciones.....	35
Diseño metodológico.....	36
Tipo de investigación	36
Métodos generales y particulares a emplear	36
Cronograma de ejecución	37
Bibliografía	38
Anexos	39

Introducción

En el presente documento se muestra una alternativa tecnológica amigable con el medio ambiente el cual consiste en accionar un Generador Eléctrico de Gas Licuado de Petróleo (GLP) mediante la aplicación del uso de biogás.

Dicho trabajo monográfico se realizará en el Recinto Pedro Arauz Palacio de la Universidad Nacional de Ingeniería, ubicado contiguo a la cocina del comedor de dicho recinto universitario antes mencionado.

Se realizará una adaptación en la entrada del carburador del generador para que este pueda recibir el GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP) para su encendido y posteriormente, se instalara un filtro de ácido sulfhídrico (H_2S) con el cual se procurará mejorar y controlar el nivel de impurezas del biogás, para que después dicho gas filtrado, EL Metano (CH_4) pueda ser mezclado con GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP) hasta encontrar la combinación exacta donde ambos gases puedan sustituir uno del otro y se permita ir reduciendo la cantidad de GLP, hasta lograr que el generador eléctrico funcione únicamente con Biogás.

Antecedentes

Debido a la falta de información en el estudio de generadores eléctricos de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en la Universidad Nacional de Ingeniería, se realizarán pruebas del uso del biogás en estos equipos, para marcar un precedente de este tipo de investigación en el área de energía renovable, con lo cual se va a permitir en el futuro, a los estudiantes de esta alma mater tener una referencia de estudio a seguir, para próximos proyectos de culminación monográfico donde se pretenda realizar investigaciones siempre en el área de energía renovable y aspiren experimentar no solo con Biogás procedente de excretas ganado bovino si no también con Biogás procedentes de desechos de comida y otro tipos de sustratos.

Justificación

El propósito de este estudio en la realización de Pruebas del uso del biogás en Generadores de Gas Licuado de Petróleo es crear una alternativa en la red de suministro de energía eléctrica en el comedor del recinto universitario Pedro Arauz Palacio de la Universidad Nacional de Ingeniería como manera opción de aprovechamiento del Biogás a utilizar en el momento que ocurra una incidencia el cual provoque el corte en el suministro eléctrico, el cual le permita al personal continuar con sus labores.

Objetivos

Objetivo general

Apreciar el comportamiento de un generador eléctrico de Gas Licuado de Petróleo en el uso de Biogás como alternativa de combustible.

Objetivos específicos

- 1) Determinar estado mecánico del generador eléctrico de gas licuado.
- 2) Adaptar red de suministro de Biogás al generador eléctrico.
- 3) Realización de prueba de generador eléctrico de GLP mediante el uso de Biogás.
- 4) Identificar variantes que puedan afectar el funcionamiento del equipo en las pruebas del uso del biogás.

Marco teórico

Biogás

El biogás es el gas que se genera naturalmente o por medio de dispositivos específicos como el biodigestor, y que se produce a partir de la fermentación o biodegradación de la materia orgánica. En el ámbito de la energía renovable, esta materia orgánica es conocida como biomasa. La fermentación y biodegradación de la biomasa produce biogás mediante la acción de microorganismos anaerobios, los cuales, en ausencia de oxígeno, producen gas metano, (CH_4) como componente principal, hidrógeno (H_2), nitrógeno, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico (H_2S) entre otras impurezas.

Características del biogás.

El poder calorífico del biogás es de 4,700 a 5,500 kcal/m^3 o 5-7 Kwh/m^3 , dependiendo del contenido de gas metano (CH_4) se puede generar una cantidad de calor equivalente a 22,000 BTU/m^3 o 21.5 MJ/m^3 . Su temperatura de auto-ignición es similar a la del metano puro y varía de 650-750 $^\circ\text{C}$. Un m^3 biogás que se aprovecha en un generador de energía eléctrica es suficiente para hacer funcionar un motor de 3 HP durante 1 hora, todos estos valores dependen considerablemente de la eficiencia de los equipos que se utilizan para el aprovechamiento del biogás

Aprovechamiento del biogás.

Es un gas que contiene gran cantidad de metano. y Es un combustible natural no fósil de alto poder calorífico, este gas se lo puede usar en todas las áreas como reemplazo de combustible fósil, tanto en generadores térmicos a base de combustible diésel y gasolina, para brindar calor donde esté presente el uso del GLP (gas licuado de petróleo), como para calderas, turbinas, cocinas, iluminación, etc.

En la siguiente tabla se indica las equivalencias energéticas que posee el biogás con respecto a otros combustibles, y se puede apreciar que el biogás como combustible es muy aceptable para lograr su uso como reemplazo de combustibles fósiles, y aprovechar las bondades mecánicas que A los motores de Diésel y así ayudar al medio ambiente a reducir la contaminación que ya está muy deteriorado por la falta de atención del hombre con el mismo.

Equivalencia Energética 1m3 del Biogás. CANTIDAD EQUIVALENTE	TIPO DE BIOMASA O SUSTRATO	CAPACIDAD ENERGÉTICA
0,6 kg	Diésel	12 kWhm3/
0,7 kg	Carbón	8,5 kWhm3/
0,6 m3	Gas natural	5,3 kWhm3/
0,24 m3	Gas propano	25 kWhm3/
1 m3biogás	Generación eléctrica	2,2 Kwh
1,43 kg	Madera	4,5 Kwh

Tabla no.1
(Sandoya, 2015)

componentes del biogás.

Los componentes del biogás dependen del tipo de biomasa utilizada para la fermentación, las condiciones y tipo de biodigestor.

El biogás es principalmente metano, y por eso muchas personas utilizan la palabra metano para referirse al biogás. No obstante, el biogás normalmente contiene varios gases aparte del metano.

- Los gases que componen el biogás que se utiliza con fines energéticos son:
- **Metano (CH_4)** 54% al 70%
- **Dióxido de Carbono (CO_2)** 27% al 45%
- **Hidrógeno (H_2)** 1% al 10%
- **Nitrógeno (N_2)** 0,5% al 3%
- **Ácido sulfhídrico (H_2S)** 0,1%

usos del biogás.

El biogás se utiliza con los mismos fines como los otros gases combustibles (gas natural, propano, metano, etc.). Algunos de los usos más comunes son:

- Iluminación
- Refrigeración
- Cocinar
- Generar calor
- Operar maquinarias agrícolas
- Generar energía eléctrica

Cantidad de energía del biogás.

Un metro cubico (m³) de biogás es igual a 6.000 kilocalorías, Haciendo una comparación de biogás con otras fuentes de energía, un metro cúbico de biogás es el equivalente de:

- 6,8 kilovatios de electricidad
- 0,6 metros cúbicos de gas natural
- 0,8 litros de gasolina
- 1,2 litros de alcohol combustible
- 0,3 kilogramos de carbón
- 0,71 litros de fueloil
- 1,5 kilogramos de madera

tipo de materias para su producción.

- Prácticamente cualquier tipo de desecho de origen vegetal, animal, agroindustrial, forestal o doméstico se puede utilizar para producir biogás:
- **Residuos de origen animal:** estiércol, orina, guano, residuos de mataderos (sangre, etc.), residuos de pescado.
- **Residuos de origen vegetal:** maleza, rastrojos de cosecha, pajas, forraje en mal estado.
- **Residuos de origen humano:** heces, basura y orina.
- **Residuos agroindustriales:** salvado de arroz, orujos, costas, malezas, residuos de semillas, desechos lácteos, residuos de mataderos, etc.
- **Residuos forestales:** ramas, hojas, cortezas y vástagos.
- **Residuos de cultivos acuáticos:** algas marinas, Jacinto de agua y malezas acuáticas.

producción de energía del biogás.

Las siguientes tablas muestran los niveles de producción de biogás por cada tipo de material. Las cantidades son aproximadas, ya que puede haber variación según las condiciones climáticas y medioambientales en las que viven y crecen los animales y los cultivos.

Producción de biogás por tipo de material.

Estiércol de animal			
Tipo de animal (peso corporal individual)	Producción de biogás(m^3/kg de estiércol)	Disponibilidad diaria de estiércol(kg)	Producción diaria (m^3)
Bovino (500 kg)	0,04	10,00	0,40
Porcino (50 kg)	0,06	2,25	0,14
Aves (2 kg)	0,08	0,18	0,14
Ovino (32 kg)	0,05	1,50	0,08
Caprino (50 kg)	0,05	2,00	0,10
Equino (450 kg)	0,06	10,00	0,60
Conejo (3 kg)	0,06	0,35	0,02
Humano	0,06	0,40	0,02

Residuos de vegetales (hojas o paja)			
Cultivo	Producción de biogás por tonelada (m^3/Ton)	Cantidad de residuos(Ton/ha)	Producción de biogás hectárea (m^3/ha)
Trigo	367	3,3	1.211
Maíz	514	6,4	3.290
Arroz	352	4,0	1.408
Papas	606	10,0	6.060
Betarragas	501	12,0	6.012
Leguminosas	563	3,6	2.027
Tomate	603	5,5	3.317
Cebolla	514	7,0	3.598

Tabla no.2 (GUERRERO, 2012)

Filtro de ácido sulfhídrico (H₂S)

La eliminación de ácido sulfhídrico (h₂s) tiene algunos procesos entre ellos mencionamos el proceso seco de oxidación el cual se utiliza para remover, el ácido sulfhídrico (h₂s) de una corriente de gas que puede convertirse en azufre u óxido de azufre. Este proceso se usa cuando el contenido de azufre del gas es relativamente bajo y se requiere una alta pureza. Algunos de estos métodos son:

introducción de aire/hidrógeno dentro del sistema de biogás.

Este es un proceso simple y de bajo costo. No se necesitan químicos ni equipamientos especiales. Dependiendo de la temperatura, el tiempo de reacción y el lugar donde el aire se agrega, la concentración de H₂S se puede reducir en un 95% a menos de 50 partes por millón (ppm).

adsorción usando óxido de hierro.

el H₂S reacciona con el óxido de hierro u óxidos para formar sulfuro de hierro. El biogás pasa a través de glóbulo de óxido de hierro, para remover el H₂S. Cuando las pelotitas se cubren completamente con sulfuro, son removidas desde el tubo para la regeneración del sulfuro. Este es un método simple, pero para la regeneración se libera mucho calor. Además, el polvo empacado contiene un componente tóxico y el método es sensible a biogás con altos contenidos de agua.

carácter toxico del H₂S.

Respirar o tener contacto con el H₂S es muy peligroso, en concentración menor de 10 ppm no causa peligro a personas que trabajan con él durante ocho horas; en concentración de 50 ppm, aproximadamente, se pierde el olfato y causa dolor de cabeza y mareo; en concentración de 100 ppm hace llorar, provoca estornudo y la pérdida del olfato, y puede ahogar si se tiene contacto con él durante una hora; en concentración de 200 ppm provoca ahogo, enseguida se irritan los ojos y la nariz, y en contacto con él durante una hora, puede causar la muerte; en la concentración de 1000 ppm o más causa la muerte en minutos. La concentración máxima permitida de H₂S en lugares de trabajo es de menos de 10 ppm

.

corrosión causa por el H₂S.

El H₂S tiene carácter corrosivo, especialmente en las condiciones de alta temperatura y presión, puede corroer los equipos de metal, y cuando se quema produce Dióxido de azufre (SO₂), aún más peligroso. Ejemplo: con acero, el nivel erosivo del H₂S es 2,5 mm/año.

El desgaste que produce el H₂S tiene origen en la reacción siguiente:



Cuando se quema, el H₂S produce gas SO₂, que también es un gas ácido fuerte con carácter corrosivo y tóxico para el sistema respiratorio; si tiene contacto con el agua forma el producto de la lluvia ácida. En muchos países se limita al mínimo la presencia del H₂S en los productos comerciales gaseosos en un nivel menor o igual a 4 ppm.

metano.

El metano es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH₄. Cada uno de los átomos de hidrógeno está unido al carbono por medio de un enlace covalente. Es una sustancia no polar que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias. Es incoloro, inodoro e insoluble en agua.

El metano es un gas de efecto invernadero relativamente potente que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra ya que tiene un potencial de calentamiento global de 23.

Esto significa que en una medida de tiempo de 100 años cada kg de CH₄ calienta la Tierra 23 veces más que la misma masa de CO₂, sin embargo hay aproximadamente 220 veces más dióxido de carbono en la atmósfera de la Tierra que metano por lo que el metano contribuye de manera menos importante al efecto invernadero.

usos del gas metano (CH₄).

combustible.

El metano es importante para la generación eléctrica ya que se emplea como combustible en las turbinas de gas o en generadores de vapor y sistema de iluminación.

Si bien su calor de combustión, de unos 802 kJ/mol, es el menor de todos los hidrocarburos, si se divide por su masa molecular (16 g/mol) se encuentra que el metano, el más simple de los hidrocarburos, produce más cantidad de calor por unidad de masa que otros hidrocarburos más complejos.

fuentes naturales.

El 60% de las emisiones en todo el mundo es de origen antropogénico (se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana). Proceden principalmente de actividades agrícolas.

La mayor fuente de metano, es su extracción de los depósitos geológicos conocidos como campos de gas natural. Se encuentra asociado a otros hidrocarburos combustibles y a veces acompañado por helio y nitrógeno.

El gas, especialmente el situado en formaciones poco profundas (baja presión), se forma por la descomposición anaeróbica de materia orgánica y el resto se cree que proviene de la lenta desgasificación de los materiales primordiales situados en las partes más profundas del planeta, tal como lo demuestra la presencia de hasta un 7 % helio en ciertos yacimientos de gas natural. En términos generales, los depósitos de gas se generan en sedimentos enterrados a mayor profundidad y más altas temperaturas que los que dan lugar al petróleo.

También se puede extraer el metano de los depósitos de carbón (CMB) por sus siglas en inglés) mediante la perforación de pozos en las capas de carbón, bombeando a continuación el agua de la veta para producir una despresurización lo que permite la des absorción del metano y su subida por el pozo hasta la superficie. Los procesos en la digestión y defecación de animales (especialmente del ganado): **17 %**. Las bacterias en plantaciones de arroz: **12 %**. La digestión anaeróbica de la biomasa.

Gas licuado de petróleo

El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es una mezcla de hidrocarburos de petróleo los cuales son gaseosos a la temperatura y presión ambientales normales. Estas mezclas de gases pueden ser licuada aplicándole una presión moderada para facilitar su transporte y almacenaje; en forma líquida es 250 veces más denso que en la forma gaseosa.

El GLP para el uso estándar de calefacción y para propósito de uso doméstico generalmente consiste en una mezcla de propano comercial y butano comercial, adicionalmente, ambos productos pueden contener algunos componentes livianos (etanos) y pesados (pentanos).

origen del gas licuado de petróleo.

Se obtiene durante la extracción de gas natural y petróleo del suelo. El gas natural de propano y butano pueden ser extraídos por procesos consistentes en la reducción de la temperatura del gas hasta que estos componentes y otros más pesados se condensen. Los procesos usan refrigeración o turbo expansores para lograr temperaturas menores de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, necesarias para recuperar el propano. Subsecuentemente estos líquidos son sometidos a un proceso de purificación usando trenes de destilación para producir propano y butano líquido o directamente GLP.

Se produce durante el refinado de crudo de petróleo. Se inicia cuando el petróleo crudo procedente de los pozos petroleros llega a una refinación que se desarrolla en un proceso de varias etapas, como la destilación atmosférica, reformado, craqueo y otras, siendo los primeros productos que se desprenden los gases que

componen GLP (butano y propano) para luego surgir diferentes cortes de combustibles más pesados. (Cadigas, 2011)

usos.

hogar.

El GLP es una fuente energética ideal para el uso doméstico, no sólo por su potencia calorífica, sino también gracias a su bajo costo y a su versatilidad. Se utiliza principalmente para el funcionamiento de calentadores. El Propano y el Butano sirven como fuente de energía en cocinas, encimeras, vitrocerámicas, heladeras, lavadoras, secarropas, chimeneas, así como para alimentar equipos de producción de agua caliente, climatización y calefacción.

comercio.

El GLP se utiliza como fuente de energía para alimentar las cocinas y planchas de los restaurantes, bares, cafeterías, etc. En el hotelería como energía para el funcionamiento de los equipos de producción de agua caliente centralizada, así como para los aparatos (cocinas, heladeras, refrigeradores, acondicionadores, etc.) instalados en dichos establecimientos.

industria.

El uso de los GLP a nivel industrial constituye un valor agregado, no sólo por ser una energía limpia y económica, sino también por su flexibilidad (llega a cualquier parte de la geografía) y por ser una alternativa manejable (envases, depósitos ó canalización).

Por ejemplo, el GLP en el ámbito industrial se aplica en:

- Fabricas de vidrio, cerámica, ladrillos y bloques.
- Producción de perfiles de aluminio.
- Acabados de Superficies.
- Soldadura, fundición y proceso de metales.
- Plantas desalinizadoras de agua.
- Secado, fijado y remoción de pintura.
- Alimentación (fábricas de pan y pastelerías, restaurantes, bares, discos, hoteles, etc).

agricultura.

En la agricultura y en la ganadería el GLP se utilizan en todos aquellos procesos donde se precisa generar calor de forma controlada, destacan por su número las aplicaciones en horticultura (producción de flores, invernaderos), en granjas avícolas, porcícolas o cunícolas, dedicadas a la crianza de distintas especies (cerdos, pollos, conejos), así como para la quema de rastrojos y preparación del terreno para el cultivo.

ocio.

Gracias a su versatilidad, su bajo costo y a ser una fuente de energía limpia y segura, el GLP ha ganado un importante espacio como fuente energética en nuevos productos y aplicaciones destinados al ocio. Prueba de ello son las barbacoas, los calienta-patios o los hornillos y cocinas para camping o caravanas.

Además, por sus bajas emisiones de CO₂ y de partículas contaminantes, el GLP es considerado un combustible ideal para la propulsión de Globos aerostáticos y de embarcaciones de ocio (yates de lujo que se usan para viajar por el mundo).

cogeneración.

Al ser uno de los combustibles más limpios disponibles actualmente, el GLP actúa como fuente energética complementaria a otras energías, es el caso de las renovables o de aquellas nuevas tecnologías que necesitan de ciertas condiciones climáticas o de la luz solar, como por ejemplo las energías solar o la eólica.

El GLP deja una huella mínima de CO₂, además la emisión de partículas contaminantes es insignificante, por lo que cada día esta fuente energética es más utilizada por los profesionales del sector como energía complementaria. (Cadigas, 2011)

butano.

Se conoce como butano a un hidrocarburo que puede emplearse como combustible. Este gas presenta una serie en cadena de 4 átomos de carbono que se combinan con hidrógeno.

Las principales propiedades del butano están reflejadas en el propio término. El elemento compositivo but– refiere al enlace de los mencionados 4 átomos de carbono, mientras que el sufijo –ano revela que estos carbonos están vinculados mediante un enlace simple.

El butano suele someterse a presión o enfriarse a menos de 1° C para que de este modo, pueda almacenarse como líquido en tubos o cilindros, que se comercializan como fuente de combustible. Sin embargo, como su almacenamiento y su traslado implican diversas complicaciones, su uso es algo limitado. Cabe resaltar que el butano que se vende para uso residencial suele incluir una combinación de este hidrocarburo con etano, isobutano y propano. Como combustible doméstico la utilización suele acotarse a la cocina o para calentar agua.

Hay que exponer que en muchos hogares del mundo como, por ejemplo, en ciudades de España, el butano se utiliza como medio de climatización. Así, aquel es el “motor” de los típicos braseros que se colocan debajo de la mesa y que, con la ayuda, de unas “enagüillas” dan forma a lo que se da en llamar mesas camillas. Estas se identifican por ofrecer un calor muy agradable mientras se está sentado.

Ese butano llega a las casas en forma de bombonas (cilindros de gas) que directamente son llevadas a las casas particulares por el repartidor de turno.

Al igual que otros gases que se usan en los hogares, al butano se le agrega una fragancia particular para que las personas puedan advertir eventuales fugas. Es que, en su estado natural, el butano carece de olor y también de color.

El contacto con el butano implica diversos riesgos. Si este hidrocarburo toca la piel, genera su congelamiento. En caso que sea inhalado, por otra parte, puede generar desde una sensación de sopor (Estado en el que se tiene sensación de cansancio, pesadez, sueño, embotamiento de los sentidos y torpeza en los movimientos hasta la pérdida de conciencia). Hay que destacar, además, que una fuga de butano puede llegar a causar una explosión con posterior incendio.

En ocasiones suele confundirse con el propano. Sin embargo, hay que decir que este último es menos denso y que frente al butano, cuenta con un precio algo más elevado en lo que se refiere al consumo en el hogar. (Porto & Merino, 2015)

propano.

EL propano es un hidrocarburo alifático (compuesto orgánico que se forma con hidrógeno y carbono y que carece de aromaticidad, una propiedad química vinculada al comportamiento de los electrones que están en los enlaces dobles) que dispone de tres átomos de carbono. Este gas, que deriva del petróleo, cuenta con diversas utilidades en el ámbito de la industria e incluso a nivel hogareño.

Con fórmula química C_3H_8 , el propano forma parte de los alcanos ya que dispone únicamente de átomos de hidrógeno y de carbono vinculados a través de enlaces simples.

Inodoro e incoloro, el propano fue descubierto en 1910 como parte de las sustancias volátiles presentes en la gasolina. Diversos científicos comenzaron a trabajar entonces en procesos para licuar el gas y convertirlo en un combustible útil, para poder ser comercializado.

El propano puede obtenerse a partir de distintos procedimientos petroquímicos o incluso a partir del gas natural. El propano es explosivo en ciertas condiciones y en contacto con determinadas sustancias, por lo que su producción, comercialización y uso deben realizarse con mucha precaución.

Además de todo lo expuesto, no podemos olvidar el hecho de que el propano se utiliza de manera frecuente en los siguientes ámbitos:

- ❖ Dentro del hogar, para la calefacción, para la cocción de alimentos y para obtener agua caliente.
- ❖ A nivel empresarial, es muy demandado para los invernaderos, para la crianza de los animales en las granjas e incluso en instalaciones turísticas como los hoteles.
- ❖ Cuando se emplea como combustible, el propano debe generar una llama totalmente de color azul. Si la llama se vuelve roja, naranja o amarilla, es un síntoma de una combustión deficiente y, por lo tanto, peligrosa.

La inhalación de propano puede provocar desde sopor hasta la pérdida de conciencia. Si el gas se encuentra en estado líquido, puede generar congelación en la piel. En ambos casos, se necesita de atención médica para evitar daños mayores en la salud.

En multitud de hogares en el mundo se utiliza como combustible el propano no sólo para calentar las estancias mediante distintos dispositivos sino también para poder conseguir que funcionen las cocinas. No obstante, tiene un duro competidor, el butano, que también realiza sus mismas labores. (Porto & Merino, 2015)

Generador eléctrico

Un generador eléctrico es una máquina rotativa capaz de producir energía eléctrica mediante la transformación de energía mecánica.

Habitualmente, este tipo de equipos produce energía eléctrica a partir de energías de otra naturaleza, como puede ser la hidráulica, eólica, vapor, aire comprimido, nuclear, etc.

Según se desprende de la ley de Faraday, cuando hacemos girar una bobina en el interior de un campo magnético, se produce una variación del flujo de dicho campo, generando una corriente eléctrica.

el generador eléctrico se compone de tres partes fundamentales:

- ❖ Rotor: Es la parte en movimiento accionada por el motor.
- ❖ Estator: Es la carcasa en cuya interior gira el rotor.
- ❖ Motor de accionamiento: En función del tipo de energía que se utilice para generar el movimiento, su diseño es diferente. Por ejemplo, puede ser una turbina si se emplea agua o vapor, o un motor de combustión si se usa gasoil o gas.

los generadores eléctricos se pueden dividir en dos grupos:

- ❖ Alternadores, que generan electricidad en corriente alterna.
- ❖ El elemento inductor es el rotor y el inducido el estator. Ejemplo: un grupo electrógeno.
- ❖ Dinamos, que generan electricidad en corriente continua. El elemento inductor es el estator y el inducido el rotor. Ejemplo: la dinamo de una bicicleta. (Compresor, 2015)

Especificaciones técnicas del generador brindado por la empresa TECNOSOL S.A:

Marca: CDP

Modelo: IG-LP1

Frecuencia: 60 Hz

Tipo: monofásico

Motor: combustión interna

Combustible: GAS LICUADO DE PETROLEO(GLP)

A.C

Salida máxima: 1000 watts

Potencia nominal de salida: 900 watts

Voltaje: 120V

Factor de potencia: 1.0

D.C

Voltaje: 12V

Corriente: 8.5 A

partes de un generador eléctrico.

COMPONENTES	DESCRIPCION
MOTOR	Es la parte más importante porque es la fuente de la fuerza mecánica inicial.
ALTERNADOR	Es el encargado de la producción de la salida eléctrica y de entrada mecánica en los generadores eléctricos.
ESTATOR	La parte fija exterior de la máquina en la que se encuentran las bobinas inducidas que producen la corriente eléctrica. El estator se coloca sobre
ROTOR	Se trata del componente móvil que gira dentro del estator y que provoca el campo magnético inductor que genera el bobinado inducido.
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	En función del modelo de generador eléctrico, dispondrá con una capacidad u otra, aunque la media es de una autonomía de 6 a 8 horas.
REGULADOR DE VOLTAJE	Este elemento transforma el voltaje CA en CC.
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y ESCAPE	Se encarga de vigilar que el generador eléctrico no se sobrecaliente y se emplea como vía al exterior.
SISTEMA DE LUBRICACION	La lubricación garantiza la fluidez y la durabilidad de las actividades del generador eléctrico.

Tabla no.3 elaboración propia.

1. estado mecánico del generador eléctrico de gas licuado.

a) Primer generador.

La empresa **Tecnosol S.A** facilitó un generador de 6,500 Wp que su combustible de trabajo es Gas Licuado de Petróleo (GLP) para su evaluación y realización de pruebas con el biogás como combustible alterno. Se procedió con la evaluación general del equipo revisando primeramente que el equipo se encontrara en buen estado mecánico, revisando el nivel de aceite, filtro de aire, sistema eléctrico. Ya posteriormente se analizó el carburador y como estaba compuesto siendo este un factor importante para la mezcla oxígeno-combustible y obtener una combustión adecuada.

Como la empresa Tecnosol S, A. ya le había realizado un mantenimiento preventivo al generador, nosotros procedimos a verificar que el aceite estuviera con el nivel adecuado.

Con el filtro de aire se verificó que este estuviera en buen estado, que no estuviera dañado y sucio. En la revisión encontramos que estaba en buen estado mecánico, pero sucio, por lo que se realiza una limpieza al sopetear con aire comprimido.

Posteriormente se observó la bujía, se determinó que estaba sucia por lo que se procedió a la limpieza con diésel y se lijo en los alrededores, donde se crea el arco eléctrico.

Se revisó el carburador y se encontró que este contenía una maya que hacía función de filtro para el GLP eliminando cualquier tipo de partícula o componente no deseado para la recámara.

Después de realizar el trabajo en la bujía se procedió en la revisión del cableado eléctrico, en que no estuviera pelado, o con trabajo de uniones manuales (puentear cables) por lo que se vio que todo estaba en buen estado. Luego se procedió a revisar el estado del rotor, su embobinado, los carbones, donde se encontró una pequeña capa de aceite que se alojaba en la tapa de la polea.

También se encontró que no contaba con la llave de ignición, por lo que no se podía encender de manera eléctrica. Desarmando el panel donde debería de estar la ignición, se encontró que este estaba guardado dentro del panel deshabilitado, por lo que se procedió en su habilitación conectándolo a sus cables (+, -) y se ajustó al panel para su uso.

Se vio también que el generador no contaba con su batería por lo que se procedió a su compra, siendo este una batería de 12V, a 6.5 Ah tomando el dato en su tabla de especificaciones en DC.

Después de realizar esta revisión general y de implementar los cambios se puso en marcha el generador poniéndolo a trabajar con glp para asegurarnos que realmente trabaja con este combustible.



ilustración no.1 revisión de generador.



ilustración no.2 verificando estado de generador.

b) Segundo generador.

Tecnosol S, A. facilito un segundo generador de 900 watts, su combustible de trabajo es Gas Licuado de Petróleo (GLP) para la realización de pruebas con biogás.

Se procedió con la evaluación de este generador, revisando primeramente el nivel de aceite, filtro de aire, sistema eléctrico y carburador.

Revisión de aceite.

Al revisar el aceite se encontró al nivel adecuado y que contaba con un aspecto de ser nuevo.

Revisión filtro de aire.

El filtro de aire se encontraba en buen estado, pero sucio por lo que se procedió a su limpieza con aire comprimido.

Revisión sistema eléctrico.

Al revisar el sistema eléctrico se encontró que este no contaba con el conector adaptador por lo que se procedió a su compra, La bujía se encontraba en buen estado por lo que no fue necesario realizar ningún tipo de limpieza.

al revisar el rotor este se encontró que este estaba con un aspecto oscuro y sucio y con la sospecha que estaba en mal estado, se procedió con el encendido del generador. Este generador no cuenta con encendido eléctrico, si no solamente con un arranque manual. El generador encendió, pero el motor no se mantenía estable y

al probarlo con un bombillo de 100 watts, se observó, que no encendía dándonos una alerta de que algo no estaba funcionando bien en el rotor.

Para verificar si el problema era rotor, llevamos el generador a un técnico especializado en generadores eléctricos, este confirmó que efectivamente el rotor se encontraba con su embobinado quemado y con su aislante en mal estado, por lo que se procedió a realizar un nuevo embobinado y realizar la sustitución de algunos fusibles que estaban en mal estado.

Una vez que se entregó el generador por el técnico que realizó la reparación antes mencionada se encendió con GLP y al realizar la prueba de carga del equipo, se verificó que esta vez el generador si estaba trabajando en buenas condiciones.



Imagen no.3 prueba de funcionamiento de segundo generador.

2. red de suministro de Biogás al generador eléctrico.

cuando se trasladó el generador al biodigestor para hacerlo funcionar con biogás, se dio el inconveniente que éste solo tenía una salida de biogás, la cual estaba destinada para la cocina del comedor del rupap, por lo que para trabajar con el generador se tendría que dejar a la cocina sin suministro energético, por lo que se tuvo que realizar un nuevo diseño de la red suministro del biogás para ambos equipos simultáneamente.

Lo primero que se realiza es considerar cual iba a ser la fuente principal de suministro de biogás.

Se realizó una conexión en “T” entre el pulmón y el biodigestor para la alimentación de biogás al Generador. logrando que el generador fuera suministrado por el pulmón y el biodigestor de manera individual, se instaló a la red de válvulas para que estos pudieran ser accionadas según el trabajo que se quisiera realizar.

Se instaló una válvula de 1 pulgada a la salida del biodigestor y se instaló otra válvula de 1 pulgada a la entrada del pulmón y en medio de estas dos válvulas antes mencionadas se instaló la “T” la cual es de 1 pulga de diámetro en un tramo de manguera de 4 metros de distancia hasta llegar a una reducción de ½ pulgada de diámetro de esta manera se va a poder realizar el corte para usar la fuente de biogás que se requiera, sea pulmón o biodigestor.

En la entrada del carburador se diseñó una conexión en “Y”, posteriormente se instalaron dos válvulas de ½ pulga de manera individual para que de esta manera poder suministrar Biogás al carburador, el GLP y el biogás, lo cual esto permite poder controlar de manera más rápido y efectiva los intercambios de gas en el carburador.

Esto es con el fin de lograr encender el generador con el GLP y realizar el cambio a Biogás con el propósito de que en dicha prueba el equipo funcione solo con Biogás.

3. Realización de prueba de generador eléctrico de GLP mediante el uso de Biogás.

El objetivo fundamental de las pruebas a realizar son los siguientes:

1. Verificar el arranque del generador con GLP
2. Probar si el generador arranca con biogás
3. Estabilizar la combustión del generador con biogás

Las siguientes pruebas a realizar con el generador de gas licuado de petróleo, se tomarán en cuenta los gases a emplear como es GLP y Biogás. Estas pruebas se realizaron en un periodo comprendido del 2 al 13 de abril del año 2018.

Pruebas:

A. Arranque con GLP

Se realizó el arranque del Generador eléctrico por medio de GLP donde este se mantuvo un periodo de 10 minutos para verificar que no se apagara funcionando con ese gas, esta prueba se realizó 6 veces continuas para descartar cualquier tipo problema que podía ocurrir en el desarrollo de la prueba con el equipo.

B. Arranque con Biogás

La prueba de arranque del generador con biogás se realizó 12 veces en las cuales se probó con varios diámetros de tuberías a como es 1/4, 3/8 y 1 pulgada para comprobar si el flujo estaba bien, en dicha prueba no se logró encender el generador.

C. Estabilizar combustión.

En esta prueba se procedió al arranque del generador por medio de GLP donde este se dejó que se estabilizara la combustión y luego se procedió a realizar la mezcla entre GLP y Biogás donde se reducía la cantidad suministrada de GLP y se aumentaba el suministro de Biogás a la entrada del generador con lo cual se logró mantener estable el generador solo con Biogás.

Resultados promedio de la composición del biogás durante 10 días durante las pruebas de validación.

Dia	Fecha	Temperatura	Tempo en encendido con Biogas seg
1	02/04/2018	33 °c	55
2	03/04/2018	32 °c	53
3	04/04/2018	33 °c	54
4	05/04/2018	34 °c	52
5	06/04/2018	33 °c	52
6	09/04/2018	31 °c	53
7	10/04/2018	33 °c	54
8	11/04/2018	32 °c	55
9	12/04/2018	33 °c	52
10	13/04/2018	34 °c	55
		Promedio	55

Tabla no.4 elaboración propia. Pruebas de tiempo encendido con Biogás.

Luego de realizar dos semanas de pruebas continuamos descubrimos que el generador eléctrico de GLP no se mantiene encendido con Biogás por un periodo mayor a 55 segundos con lo cual estudiaremos algunos factores que nos despejar la incógnita de porque no superamos dicho intervalo de tiempo.

4. Identificar variantes que puedan afectar el funcionamiento del equipo en las pruebas del uso del biogás.

Tipo de Biodigestor:

1. Biodigestor tipo tubular.

Estos sistemas de biodigestión son conocidos también como biodigestores tipo salchicha o taiwanés, se caracterizan por ser sistemas continuos fabricados de goma, polietileno. Es un sistema estacionario, con formas alargadas, donde el flujo de líquido es continuo, significa que cada fracción de líquido que entra en el biodigestor no se mezcla con la fracción posterior. Debido a las características del flujo continuo, las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del flujo cambian a medida que avanzan dentro del biodigestor; por lo tanto, la producción de biogás es distinta en cada sección del sistema.

Este tipo de biodigestor se utiliza en afluentes donde la concentración de microorganismos es elevada, y ha sido aplicado en diferentes tipos de residuos: municipales, porcinos y bovino. El biodigestor tipo salchicha es sencillo y económico, apropiado para las granjas pequeñas, posee tuberías de entrada y salida de las aguas residuales y como elemento fundamental una bolsa de polietileno que sirve de biodigestor.

Una de las dificultades de este sistema es la falta de homogenización debido a la distribución horizontal de fluido, lo cual se puede evitar con la aplicación de un sistema de agitación transversal: reintroducción de biogás en la base del digestor si es horizontal o bien se puede introducir el agua residual en diferentes puntos del biodigestor (piso de la bolsa) para que exista una mejor mezcla.

La vida útil de estos sistemas es de 10 a 15 años y es importante mencionar que esta vida útil depende de variables como: calidad de los materiales utilizados en su construcción, diseño elaborado por profesionales, medidas de protección al sistema (muro perimetral, techo al biodigestor), forma de operarlo, entre otros. (Carlos Bueso SNV, Svetlana Samayoa SNV, Joaquin Viquez Biogas, 2018)

Ventajas

1. Prefabricación estandarizada se obtiene a bajo costo.
2. Uso sobre el nivel de tierra es factible en lugares con alto nivel de las aguas subterráneas.
3. Se obtienen altas temperaturas de digestión en áreas cálidas.
4. Fácil de limpiar, mantener y vaciar.

Desventajas

1. Baja presión de gas por lo que se requieren bombas de gas.
2. No se puede eliminar la parte sólida en la superficie del sustrato a digerir durante la operación.

Datos técnicos del biodigestor instalado en la UNI-RUPAP.

Biodigestor tubular: 12m³

Volumen: 16m³

Producción diaria: 3m³

Mezcla: 1 excreta a 3 de agua

Carga promedio quincenal: 84 galones de excreta vs 252 de agua.



Imagen no.4 Biodigestor tipo Taiwán instalado en UNI-RUPAP.

Datos técnicos de la zanja del digestor de 12m³

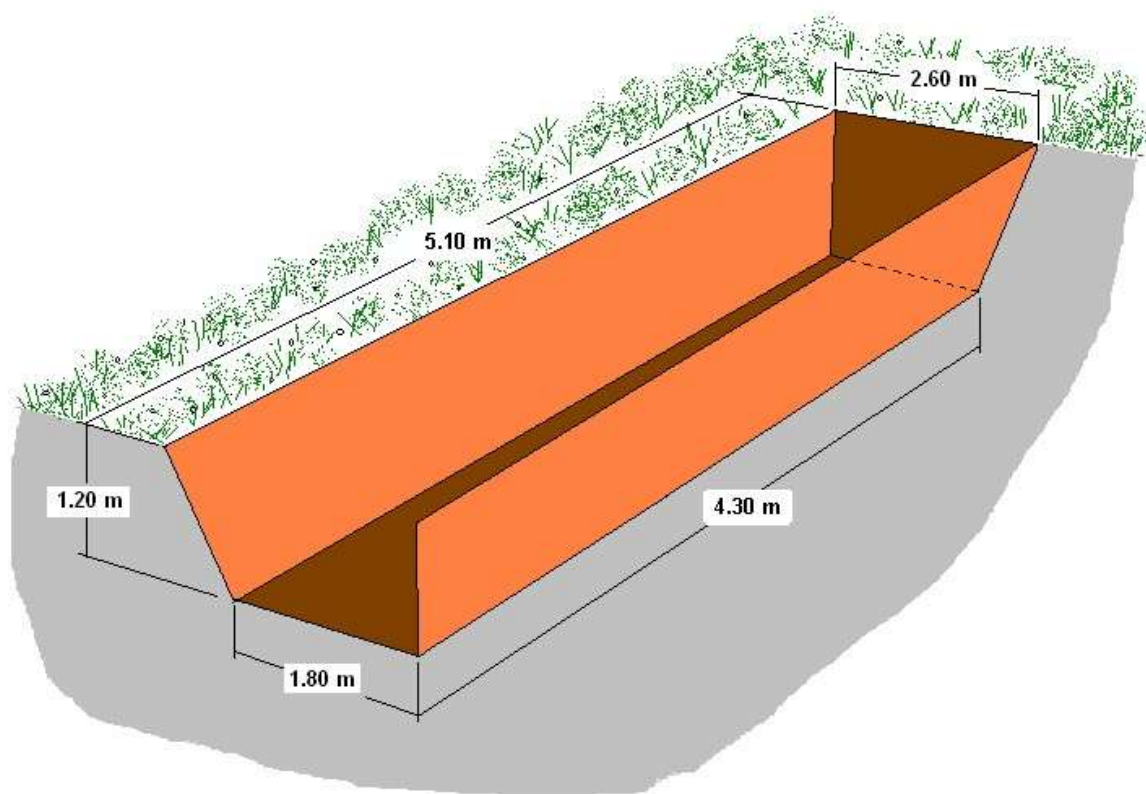


Imagen no.5 Dimensiones de zanja donde va el biodigestor

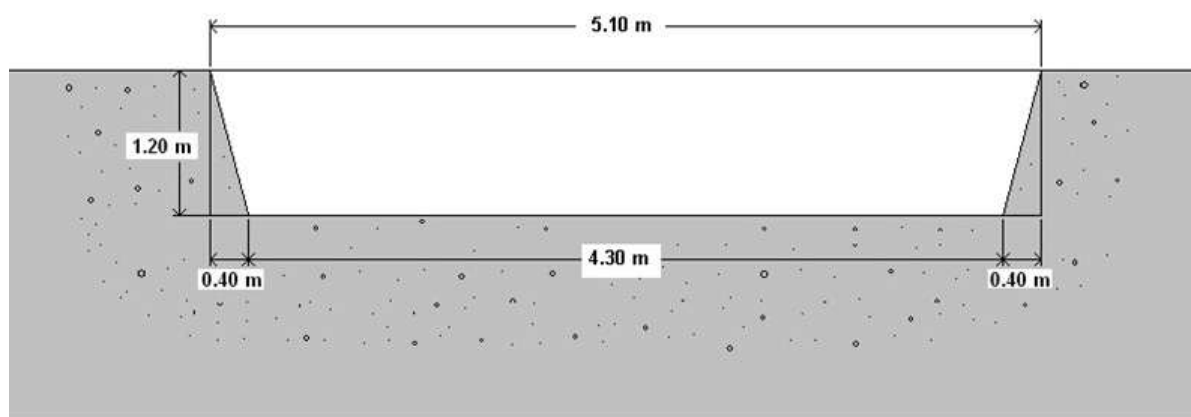


Imagen no.6 vista lateral de zanja de biodigestor.

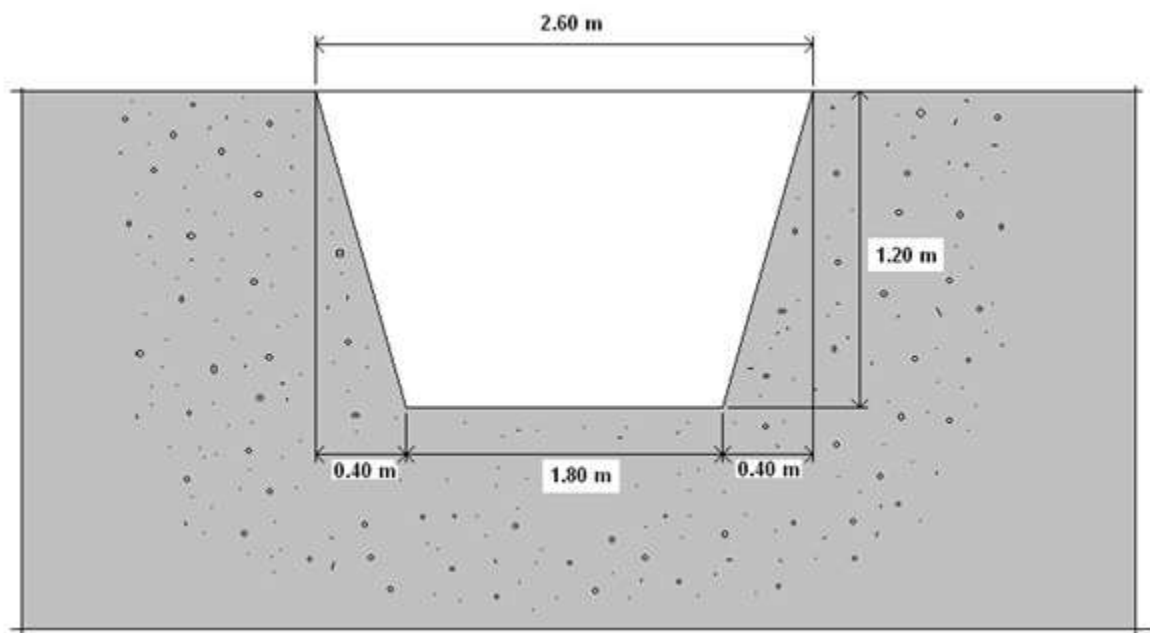


Imagen no.7 vista frontal de zanja de biodigestor.

2. Mezcla

En la mezcla hay varios factores a determinar que influyen directamente en la calidad de biogás.

Contenido nutricional:

Se recomienda que el sustrato que alimente el biodigestor tenga entre 5 a 15 miligramos de nitrógeno por cada gramo de demanda bioquímica de oxígeno (DQO) y 0,8 a 2,5 miligramos de fósforo por cada gramo de DQO. El exceso de nitrógeno puede ser problemático. Cuando hay exceso de nitrógeno se genera un exceso de amoníaco en el biodigestor, el cual podría ser tóxico para los microorganismos. Sustratos conocidos por altos contenido de nitrógeno son: aguas rojas, suero de leche y excretas de cerdo.

pH y alcalinidad:

La idea es que el sustrato no sea ácido. Esto se expresa por el pH. La alcalinidad ayuda a mantener el pH deseable. Se recomienda que el efluente tenga un pH de entre 6,6 y 7,6 y una alcalinidad de entre 1.000 y 5.000 mg/L CaCO₃. Estos valores son ideales dado que por debajo o encima de ellos, las condiciones para los microorganismos que producen metano (metanógenos) son negativas.

Sustratos con pH ácidos son, por ejemplo, las aguas mieles, desechos de la agroindustria: piña, naranja o cítricos en general. La adición de bicarbonato de calcio o carbonato de calcio puede solucionar el problema de acidez.

Temperatura:

El biodigestor funciona gracias a la acción de microorganismos, Estos microorganismos trabajan a temperaturas de entre 15 y 45 grados centígrados. El biodigestor no produce su propio calor, entre más frío esté, más lento trabajarán los microorganismos; y van a producir menos metano. Para contrarrestar esto es necesario hacer el biodigestor más grande y así darles más tiempo a los microorganismos para degradar los desechos. Calentar el biodigestor es también una alternativa.

Debido a la falta de equipos técnicos y de laboratorio no se pudo realizar las pruebas necesarias a los factores antes mencionados quedando muy en claro que la posibilidad de que en la mezcla tengamos un inconveniente es muy alta.

Ya que al momento de la recolección de excreta desconocemos el estado en la salud de los animales ya que si alguno está enfermo o medicado reduce la calidad de la excreta y por ende la calidad del biogás. (Carlos Bueso SNV, Svetlana Samayoa SNV, Joaquin Viquez Biogas, 2018).

3. Flujo

Uno de los principales factores que afectan el funcionamiento del generador eléctrico al suministrar el biogás es el flujo ya que la cantidad de mezcla que entra al generador no es la suficiente como para mantener estable la combustión por un tiempo posterior a 55 segundos.

Verificando la presión de salida de gas buta (Carlos Bueso SNV, Svetlana Samayoa SNV, Joaquin Viquez Biogas, 2018) no en el cilindro de GLP encontramos que esta es de aproximadamente de 16 kpa. Mientras que la presión del Biogás a la salida del digestor es de 2 kpa.

Dado lo antes mencionado encontramos una diferencia de 14 kpa por lo cual consideramos que esta diferencia de presión es el principal factor influyente en el desarrollo de las pruebas mediante Biogás.

Conclusiones

la información que se mostró anteriormente en todo el desarrollo de documento se afirma que el generador eléctrico de Gas Licuado de Petróleo funciona con el Biogás producido a partir de la fermentación o biodegradación de la materia orgánica por medio del proceso conocido como descomposición anaeróbica donde empleamos como materia orgánica excreta de ganado bovino.

Nos obstante cabe mencionar que el uso de GLP para el encendido del generador eléctrico es indispensable, ya que sin el uso de este no se podría romper el par torsional en el motor de combustión y lograr encender el generador.

Recomendaciones

- Llevar un control exacto de la cantidad de mezcla de excreta y agua en el Biodigestor.
- Realizar un análisis de laboratorio en ULSA ya que ellos cuentan con el equipo necesario para determinar el porcentaje de metano en el Biogás y los niveles de acides.
- Instalar de un compresor en las tuberías a la salida del Biodigestor para que este aumente el flujo de Biogás.
- Instalar regulador presión a la entrada de gas del generador el cual viene incluido en el kit de conversión de gasolina a gas.
- Instalar manómetros a la salida del Biodigestor en unidad de medida de kpa o construir un manómetro en medidas de cm de columnas de agua.
- Instalar un flujo metro a la salida del digestor para llevar el control de la cantidad biogás utilizada por el generador eléctrico.

Diseño metodológico

Tipo de investigación

El proyecto está basado en una investigación cualitativa con carácter descriptiva en el cual se desarrollará la aplicación del uso del gas metano como alternativa en materia de energía renovable en un generador de gas licuado de petróleo.

Métodos generales y particulares a emplear

Como método a desarrollar será mediante un análisis bibliográfico debido a la falta de información en los usos de generadores de Gas Licuado de Petróleo dentro del campo de energía renovable y la aplicación del Biogás en dichos generadores.

Cronograma de ejecución

ITEMS	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Presentacion del Protocolo.																				
2	Solicitud de equipo generador electrico a Tecnosol.																				
3	Solicitud de beca monografica.																				
4	Espera de la solicitud de la beca monografica.																				
5	Adaptacion de sistema de manguera para gas.																				
6	Realizacion de purebas.																				
7	Finalizacion de la redaccion del documento Monografico.																				
8	Impresion de la monografia.																				
9	Entrega del trabajo monografico.																				

Bibliografía

Alex Javier Poma Sandoya, 2015, Ecuador, Acondicionamiento de un Motor a Diésel con biogás como sustituto de combustible fósil para el funcionamiento de una bomba de riego en la hacienda san francisco.

<https://www.aboutespanol.com/que-es-el-biogas-3417682>

<http://www.cadigas.org.ar/definicion.php>

<http://www.cadigas.org.ar/usos.php>

Autores: Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2012. Actualizado: 2015.

Definicion.de: Definición de butano (<https://definicion.de/butano/>)

Autores: Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2013. Actualizado: 2015.

Definicion.de: Definición de propano (<https://definicion.de/propano/>)

<https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/generador-electrico>

<http://www.ventageneradores.net/blog/como-funciona-un-generador-electrico/>

[ventageneradores.net-931785864](http://www.ventageneradores.net)

<http://www.snv.org/country/nicaragua>

Anexos



ilustración no.8 válvula de salida Biodigestor pulmón



ilustración no.9 conexión en T



ilustración no.10 válvula de pulmón



ilustración no.12 válvula de control presión



ilustración no.11 filtro de óxido de hierro



ilustración no.13 esquema de uso de Biogás



ilustración no.14 kit de conversión



ilustración no.15 válvula de control de presión



ilustración no.16 válvula de presión instalada en carburador

ilustración no.17 Tren de calibración de biogás utilizado para la validación de equipos

